

PAT-NO: JP407272221A

DOCUMENT-IDENTIFIER: JP 07272221 A

TITLE: MAGNETO-RESISTANCE EFFECT TYPE THIN-FILM HEAD

PUBN-DATE: October 20, 1995

## INVENTOR-INFORMATION:

NAME  
 SHIRAKI, MAKOTO  
 HORIAI, SUNAO  
 OHASHI, TOSHIYUKI  
 ENDO, HIROSHI

## ASSIGNEE-INFORMATION:

NAME  
 YAMAHA CORP COUNTRY  
 N/A

APPL-NO: JP06063364

APPL-DATE: March 31, 1994

INT-CL (IPC): G11B005/39

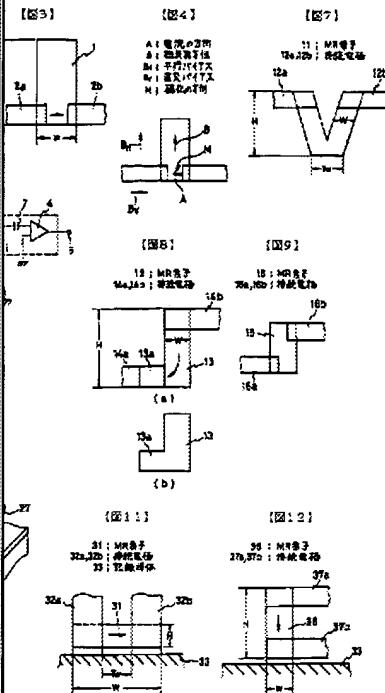
## ABSTRACT:

PURPOSE: To obtain a magneto-resistance effect type thin-film magnetic head which is high in magnetic field sensitivity and large in reproduced output.

CONSTITUTION: An MR element 1 is formed of an isotropic magneto-resistance material. The ratio (H/W) of the element height (H) to the element width (W) of the MR element 1 is specified to be  $\geq 0.8$ . Further, the length (WE) in the element height direction of connecting electrodes 2a, 2b is set smaller than the element height (H). Further, the MR element 1 is provided with a region which is not coated with the connecting electrodes 2a, 2b at the end on the front end side of the head thereof in a front view.

COPYRIGHT: (C)1995, JPO

(6) 特開平7-272221



公報1号 ヤマハ株式

HTML Full

(19)日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平7-272221

(43)公開日 平成7年(1995)10月20日

(51)Int.Cl.<sup>6</sup>

G 11 B 5/39

識別記号

庁内整理番号

F I

技術表示箇所

審査請求 未請求 請求項の数5 OL (全6頁)

(21)出願番号 特願平6-63364

(22)出願日 平成6年(1994)3月31日

(71)出願人 000004075

ヤマハ株式会社

静岡県浜松市中沢町10番1号

(72)発明者 白木 真

静岡県浜松市中沢町10番1号 ヤマハ株式  
会社内

(72)発明者 堀合 直

静岡県浜松市中沢町10番1号 ヤマハ株式  
会社内

(72)発明者 大橋 俊幸

静岡県浜松市中沢町10番1号 ヤマハ株式  
会社内

(74)代理人 弁理士 藤巻 正義

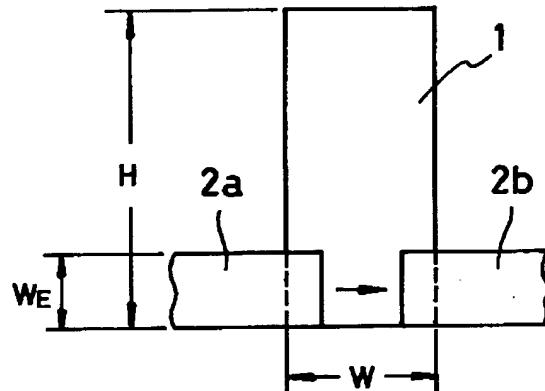
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 磁気抵抗効果型薄膜ヘッド

(57)【要約】

【目的】 磁界感度が高いと共に再生出力が大きい磁気  
抵抗効果型薄膜ヘッドを提供する。

【構成】 MR素子1を等方性磁気抵抗材料により形成  
する。また、MR素子1の素子高さ(H)と素子幅  
(W)との比(H/W)を0.8以上とする。更に、接  
続電極2a, 2bの素子高さ方向における長さ(W<sub>E</sub>)  
を素子高さ(H)に比して小さくする。更にまた、正面  
視でMR素子1のヘッド先端側の端部に接続電極2a,  
2bに被覆されない領域を設ける。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 等方性磁気抵抗材料からなり素子高さ(H)と素子幅(W)との比(H/W)が0.8以上に設定された磁気抵抗素子と、素子高さ方向の長さ(W<sub>E</sub>)が前記素子高さ(H)に比して小さく設定され前記磁気抵抗素子に接続された1対の接続電極とを有し、正面視でヘッド先端側における前記磁気抵抗素子の端部の少なくとも一部が前記接続電極に被覆されていないことを特徴とする磁気抵抗効果型薄膜ヘッド。

【請求項2】 前記1対の接続電極は前記磁気抵抗素子の前記素子高さ方向の両端部に接続されていることを特徴とする請求項1に記載の磁気抵抗効果型薄膜ヘッド。

【請求項3】 前記磁気抵抗素子は屈曲した形状であることを特徴とする請求項1又は2に記載の磁気抵抗効果型薄膜ヘッド。

【請求項4】 前記磁気抵抗素子はL字状に屈曲していることを特徴とする請求項3に記載の磁気抵抗効果型薄膜ヘッド。

【請求項5】 前記磁気抵抗素子はV字状に屈曲していることを特徴とする請求項3に記載の磁気抵抗効果型薄膜ヘッド。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、磁気抵抗素子（以下、MR素子という）を有する磁気抵抗効果型薄膜ヘッドに関し、MR素子の材質を等方性磁気抵抗材料とし、正面視で前記MR素子のヘッド先端側（磁気記録媒体側）の端部の少なくとも一部が接続電極に被覆されない構成とすることにより、反磁界による磁界感度の低減を防止すると共に再生出力を向上させるものである。

## 【0002】

【従来の技術】図10は従来の磁気抵抗効果型薄膜ヘッド（ピギーバックタイプ）の一例を示す模式的斜視図である。基板28上にはシールド膜25が形成されており、このシールド膜25のヘッド先端側の領域上にはMR素子26がその長手方向を前記ヘッド先端側の面に平行にして形成されている。このMR素子26の長手方向の両端部上には接続電極27が形成されており、この接続電極27はMR素子26の長手方向に対し垂直方向に延びている。MR素子26及び接続電極27上にはシールド膜24が形成されている。また、このシールド膜24上にはコア22, 23が形成されており、このコア22, 23間にコイル21が形成されている。コア22, 23はヘッド先端側の端部が相互に所定の間隔だけ離隔しており、他方の端部はコイル21の中心部で相互に連結されている。

【0003】このように構成された磁気抵抗効果型薄膜ヘッドにおいて、データ記録時にはコイル21に信号を供給する。これにより、コア22, 23の先端から磁力線が出力され、この磁力線により記録媒体が磁化され

る。一方、データ再生時においては、記録媒体からの磁力線によりMR素子26の抵抗値が変化することを利用してデータを再生する。MR素子26は、ヘッドと磁気記録媒体との相対速度が低い場合でも、再生出力が低下しないという利点がある。

【0004】ところで、従来の磁気抵抗効果型薄膜ヘッドにおいては、図11に示すように、MR素子31が記録媒体33の表面に対し平行に配置される場合と、図12に示すように、MR素子36が磁気記録媒体33の表面に対し垂直に配置される場合（特開平5-342533号）がある。図11に示す磁気抵抗効果型薄膜ヘッドにおいては、MR素子31の長手方向の両端に接続電極32a, 32bが接続されており、MR素子31の接続電極32a, 32b間の部分が動作域となる。これと同様に、図12に示す磁気抵抗効果型薄膜ヘッドにおいては、MR素子36の長手方向の両端部に接続電極37a, 37bが接続されており、MR素子36の接続電極37a, 37b間の部分が動作域となる。

## 【0005】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、上述した従来の磁気抵抗効果型薄膜ヘッドにおいては、以下に示す問題点がある。即ち、近年、高密度記録化が促進されており、トラック幅Twが約3μm以下、素子高さHが約5μm以下になっている。図11に示す磁気抵抗効果型薄膜ヘッドにおいては、MR素子31の素子高さHが低いため、反磁界により磁界感度が低下するという欠点がある。一般的に使用されているパーマロイ材料に比べてグラニュラー材料を使用すれば、磁界感度の低下は抑制されるものの、十分ではない。一方、図12に示す

磁気抵抗効果型薄膜ヘッドにおいては、素子高さHが大きく、素子幅Wはトラック幅Twと同一になるため、磁界感度の低下は少ないが、動作域が記録媒体33から接続電極37bの分だけ遠くなるため、再生出力が低下するという問題点がある。通常、MR素子のヘッド先端側には保護膜としてアルミナ（Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>）の膜が設けられているため、この保護膜の厚さ分だけは必然的にMR素子が記録媒体から離れるが、動作域は可及的に記録媒体に近いことが好ましい。

【0006】本発明はかかる問題点に鑑みてなされたものであって、磁界感度が高いと共に再生出力が大きい磁気抵抗効果型薄膜ヘッドを提供することを目的とする。

## 【0007】

【課題を解決するための手段】本発明に係る磁気抵抗効果型薄膜ヘッドは、等方性磁気抵抗材料からなり素子高さ(H)と素子幅(W)との比(H/W)が0.8以上に設定された磁気抵抗素子と、素子高さ方向の長さ(W<sub>E</sub>)が前記素子高さ(H)に比して小さく設定され前記磁気抵抗素子に接続された1対の接続電極とを有し、正面視でヘッド先端側における前記磁気抵抗素子の端部の少なくとも一部が前記接続電極に被覆されていないこと

を特徴とする。

#### 【0008】

【作用】本発明においては、磁気抵抗素子（MR素子）として、等方性磁気抵抗材料により形成されたMR素子を使用する。等方性磁気抵抗材料とは、スピニ散乱により磁気抵抗が変化する材料であり、この等方性磁気抵抗材料においては、磁気抵抗変化が場の強さのみに応じて変化し、外部磁場とセンス電流とのなす角度に依存しないという特長がある。従って、センス電流の経路を任意に設定できる。等方性磁気抵抗材料としては、例えばグラニュラー、人工格子膜、スピニバルブ等の材料がある（北田、磁気抵抗材料の歩みと粒子分散型磁気抵抗材料、金属、1月号、1994年）。

【0009】グラニュラー（粒子分散型）としては、例えばAg-FeCo及びAg-Coがある。グラニュラーマテリオにおいては、磁壁が生じないため、磁壁の移動によるバルクハウゼンノイズが発生しないという長所がある。

【0010】また、人工格子膜（多層膜）としては、結合型人工格子膜及び非結合型人工格子膜がある。結合型人工格子膜としては、例えば厚さが30ÅのFe膜と厚さが9ÅのCr膜とを交互に60層づつ積層させたものがある。この人工格子膜は、Fe膜間に非磁性Crを介して反強磁性（反対方向）的に結合しており、この状態から磁化が同方向に揃うときに、抵抗が20%程度変化する。但し、この人工格子膜においては、強磁場（約10kOe）であることが必要である。一方、非結合型人工格子膜としては、例えば厚さが50ÅのCu膜と、厚さが30ÅのCo膜と、厚さが50ÅのCu膜と、厚さが30ÅのNiFe膜とを交互に15層づつ積層させたものがある。この人工格子膜は、保持力が相互に異なるCo膜とNiFe膜とが場により磁化が反平行又は平行になったときの差の抵抗変化を利用する。保持力が小さいNiFe膜が比較的小さい磁場（約100エルステッド（Oe））で磁化の向きを変え、抵抗が約10%変化する。

【0011】スピニバルブは、例えば厚さが100ÅのNiFe膜と、厚さが22ÅのCu膜と、厚さが47ÅのNiFe膜と、厚さが78ÅのFeMn膜とを積層したものであり、反強磁性膜FeMnと接触するNiFe膜の磁化方向が固定され、磁化方向が変化するNiFeと磁化が反平行又は平行の状態ができる抵抗が変化するものである。弱磁場（約数10エルステッド（Oe））で抵抗が変化するが、層数が少ないので、磁気抵抗変化は約5%になる。

【0012】本発明においては、このような等方性磁気抵抗材料により形成されたMR素子を使用するので、MR素子の形状及び接続電極の位置を自由に設定することができる。即ち、MR素子の素子高さ方向における接続電極の長さW<sub>E</sub>をMR素子の素子高さHよりも小さく

(W<sub>E</sub> < H) すると共に、正面視でMR素子のヘッド先端側（磁気記録媒体側）の端部の少なくとも一部を接続電極により被覆しない構造とすることができて、MR素子の動作域を記録媒体に近づけることができる。例えば、パーマロイ等の磁気異方性材料により形成されたMR素子により、このような磁気抵抗効果型薄膜ヘッドを構成しようとすると、磁気異方性材料においては外部磁場とセンス電流とのなす角度により磁気抵抗が変化するので、磁区を安定化させるためのバイアスが必要になり、ヘッドの構成が極めて複雑になる。

【0013】また、本発明においては、MR素子の素子高さHと素子幅Wとの比(H/W)を0.8以上とする。素子高さHに対する素子幅Wの比(H/W)が0.8未満の場合は、反磁界の影響が大きくなり、磁界感度が低下する。このため、MR素子の素子高さHと素子幅Wとの比(H/W)は0.8以上とすることが必要である。これにより、磁界感度(dMR/dH)を0.05%/Oe以上にすることでき、微弱な磁界を検出することができる。なお、素子幅Wと素子高さHとの比(H/W)は1.0以上であることが好ましく、更に2.0以上とすることがより一層好ましい。

【0014】更にまた、MR素子をその表面を含む面においてL字状、V字状又は円弧状等のように屈曲した形状とすることにより、動作域長を長くすることができます。これにより、MR素子の抵抗値が大きくなり、配線抵抗に対する磁気抵抗変化の比を大きくすることができて、ノイズ成分を実質的に低減することができる。

#### 【0015】

【実施例】次に、本発明の実施例について、添付の図面を参照して説明する。図1は本発明の第1の実施例に係る磁気抵抗効果型薄膜ヘッドを示す模式的平面図、図2は同じくその底面図である。なお、本実施例が図10に示す従来の磁気抵抗効果型薄膜ヘッドと異なる点は、MR素子の形状及び材質並びに接続電極との接続状態が異なることあり、その他の構成は基本的には従来と同様であるので、同一部分の図示を省略する。

【0016】本実施例においては、MR素子1がその長手方向をヘッド先端側の面に対し垂直にして形成されている。また、接続電極2a、2bは、図2に示すように、正面視でMR素子1のヘッド先端側の端部上の相互に離隔する位置から前記ヘッド先端側の面に平行であり且つ相反する方向に延びている。

【0017】MR素子1は、例えばグラニュラー材料等の等方性磁気抵抗材料により形成されている。また、図3に示すように、MR素子1の素子高さHは素子幅Wに比して十分大きく(H/W≥2)設定されている。更に、接続電極幅W<sub>E</sub>は、MR素子1の抵抗値を大きくするため、素子高さHに比して十分小さく(W<sub>E</sub> < H)設定されている。

50 【0018】本実施例においては、MR素子1がその長

手方向をヘッド先端側の面に対し垂直にして配置されているため、反磁界が小さく、磁界感度 ( $dMR/dH$ ) が高い。また、本実施例においては、接続電極 2a, 2b 間が動作域となり、この動作域が MR 素子 1 の記録媒体側端部にあるので、記録媒体と動作域との距離が小さく、大きな再生出力を得ることができる。

【0019】なお、MR 素子 1 を、等方性磁気抵抗材料に替えてパーマロイ等の磁気異方性材料により形成することも考えられるが、この場合は、図 4 に示すように、電流の方向 A に対して磁化の方向 M が  $45^\circ$  の角度になるように、磁気異方性 B に対し直交するバイアス  $B_V$  と磁区安定化（ノイズ低減）のための異方性 B と平行なバイアス  $B_H$  が必要になるため、複雑な構成となる。本実施例のように MR 素子 1 に等方性磁気抵抗材料を使用\*

\*することにより、磁区安定化のための平行バイアスが不要になり、ヘッドの構成が極めて簡単になる。

【0020】以下、本実施例に係る磁気抵抗効果型薄膜ヘッドを実際に製造し、その特性を調べた結果について説明する。先ず、図 1 に示す MR 素子 1 を有する磁気抵抗効果型薄膜ヘッドを製造した。MR 素子 1 の材質はグランニュラー型 CoFeAg 合金である。また、素子幅 W は  $10 \mu\text{m}$ 、電極 2a, 2b 間の距離（トラック幅 T w）は  $5 \mu\text{m}$ 、MR 素子の厚さは  $500 \text{ Å}$ 、接続電極幅 W<sub>b</sub> は  $3 \mu\text{m}$  である。また、素子高さ H を  $3 \sim 50 \mu\text{m}$  とした。そして、下記表 1 に示す条件により、ヘッド出力 (V) を測定した。

#### 【0021】

【表1】

磁気ディスク	2. 5インチディスク 保持力 $H_c$ : 1600 (Oe) 残留磁束密度 $B_{r\delta}$ : 300 G · $\mu\text{m}$
磁気ヘッド	書き込みコイル : 20 ターン 記録トラック幅 : $10 \mu\text{m}$ 再生 MR 素子 トラック 幅 : $5 \mu\text{m}$ センス電流 : 10 mA
記録再生条件	周速 : 5 m/sec で浮上量 $0.1 \mu\text{m}$ 記録周波数 : 5 MHz

【0022】MR 素子からの信号は、例えば図 4 に示す再生信号增幅回路により増幅した。この再生信号增幅回路においては、定電流源 3 により接続電極 2a, 2b にセンス電流 i を供給し、記録媒体（磁気ディスク）6 からの磁力線による抵抗の変化を電圧変化としてコンデンサ 7 を介して取り出し、増幅器 4 により増幅して端子 5 から出力するものである。

【0023】下記表 2 及び図 6 に、素子高さ H 及び素子高さと素子幅との比 (H/W) を種々変化させた場合のヘッド出力 (V) について調べた結果を示す。

【0024】

【表2】

※

素子高さ H ( $\mu\text{m}$ )	素子高さと素子幅との比 H/W	ヘッド出力 (V)
3	0. 3	0. 035
4	0. 4	0. 039
5	0. 5	0. 042
7	0. 7	0. 048
8	0. 8	0. 05
10	1	0. 055
15	1. 5	0. 063
20	2	0. 071
25	2. 5	0. 073
30	3	0. 077
35	3. 5	0. 077
40	4	0. 078
45	4. 5	0. 078
50	5	0. 079

※ 30  
40

【0025】この表 2 及び図 6 から、MR 素子の素子幅 (W) と素子高さ (H) との比 (H/W) が 0.8 以上の場合には、ヘッド出力が 0.05 V 以上と極めて良好な感度を得ることができることがわかる。

【0026】図7は本発明の第2の実施例に係る磁気抵抗効果型薄膜ヘッドを示す模式図である。本実施例においては、MR素子11がV字状に屈曲した形状をしている。そして、このMR素子11は屈曲部側をヘッド先端側にして配置されており、接続電極12a, 12bはヘッド先端側の面から遠い側の端部に接続されている。MR素子11は、第1の実施例と同様に等方性磁気抵抗材料により形成されている。また、MR素子幅Wは素子高さHよりも小さく ( $H > W$ ) 設定されている。MR素子11の屈曲部の幅がトラック幅Twとなる。

【0027】本実施例においては、第1の実施例と同様の効果を得ることができるように加えて、MR素子11の実質的長さ(電流流路に沿う長さ)を長くできるので、配線抵抗に対するMR素子の抵抗値の変化が大きく、ノイズ成分を低減することができるという利点がある。なお、パーマロイ等の異方性磁気抵抗材料の場合は、本実施例の如くV字状の形状とすると、電流方向と磁界方向とが一定せず、更に磁区発生に起因してバルクハウゼンノイズが著しく発生し、実用にならないものとなってしまう。従って、MR素子11は等方性磁気抵抗材料により形成されていることが必要である。

【0028】図8(a)は本発明の第3の実施例に係る磁気抵抗効果型薄膜ヘッドを示す模式図、図8(b)は同じくそのMR素子13を示す模式図である。本実施例においては、MR素子13がL字状に屈曲した形状をしている。即ち、MR素子13には、そのヘッド先端側の端部からヘッド先端側の面に水平な方向に突出する突出部13aが設けられている。このMR素子13は、等方性磁気抵抗材料により形成されている。接続電極14a, 14bは、夫々MR素子13の突出部13a及び上端部に接続されている。また、MR素子13の素子幅Wは、素子高さHに比して小さく ( $H > W$ ) 設定されている。本実施例においても、第2の実施例と同様の効果を奏する。

【0029】図9は本発明の第4の実施例に係る磁気抵抗効果型薄膜ヘッドを示す模式図である。本実施例においては、MR素子15がヘッド先端側の面に垂直な方向を長手方向とする矩形状に形成されている。そして、接続電極16a, 16bは、夫々MR素子15の両端部に接続されている。この場合に、接続電極16a, 16bは、MR素子15の幅方向の一部のみを被覆している。

また、MR素子15は、等方性磁気抵抗材料により形成されている。本実施例においても、第2の実施例と同様の効果を得ることができる。

### 【0030】

【発明の効果】以上説明したように本発明によれば、磁気抵抗素子が等方性磁気抵抗材料により形成されており、正面視で前記磁気抵抗素子のヘッド先端側の端部の少なくとも一部は接続電極に被覆されていないから、反磁界が小さく磁界感度が高く、出力が大きい磁気抵抗効果型薄膜ヘッドを得ることができる。

### 【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明の第1の実施例に係る磁気抵抗効果型薄膜ヘッドを示す模式的平面図である。

【図2】 同じくその底面図である。

【図3】 同じくそのMR素子の素子高さと素子幅との関係を示す模式図である。

【図4】 磁気異方性材料により構成されたMR素子の問題点を示す模式図である。

【図5】 再生信号增幅回路を示す回路図である。

【図6】 素子高さ(H)と素子幅(W)との比(H/W)とヘッド出力との関係を示すグラフ図である。

【図7】 本発明の第2の実施例に係る磁気抵抗効果型薄膜ヘッドを示す模式図である。

【図8】 (a), (b)は、夫々本発明の第3の実施例に係る磁気抵抗効果型薄膜ヘッド及びMR素子を示す模式図である。

【図9】 本発明の第4の実施例に係る磁気抵抗効果型薄膜ヘッドを示す模式図である。

【図10】 従来の磁気抵抗効果型薄膜ヘッド(ビギーパックタイプ)の一例を示す模式的斜視図である。

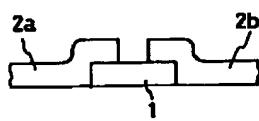
【図11】 従来の磁気抵抗効果型薄膜ヘッドにおけるMR素子の配置状態の一例を示す模式図である。

【図12】 従来の磁気抵抗効果型薄膜ヘッドにおけるMR素子の配置状態の他の例を示す模式図である。

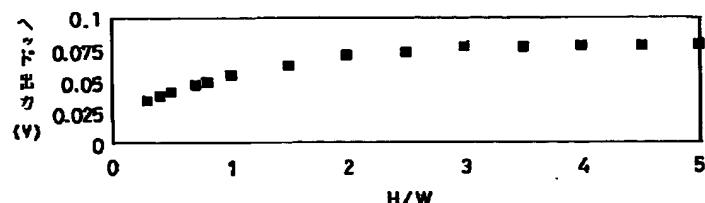
### 【符号の説明】

1, 11, 13, 15, 26, 31, 36…MR素子、  
2a, 2b, 12a, 12b, 14a, 14b, 16a, 16b, 27, 32a, 32b, 37a, 37b…接続電極、3…定電流源、4…増幅器、5…端子、6, 33…記録媒体、21…コイル、22, 23…コア、24, 25…シールド膜、28…基板

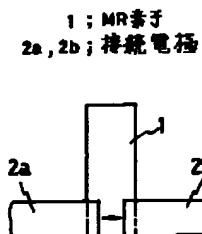
【図2】



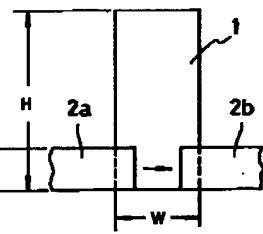
【図6】



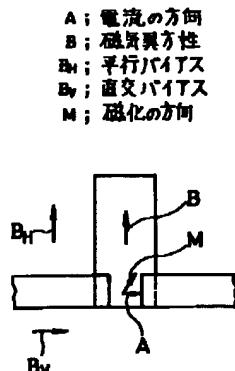
【図1】



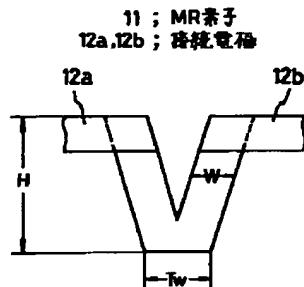
【図3】



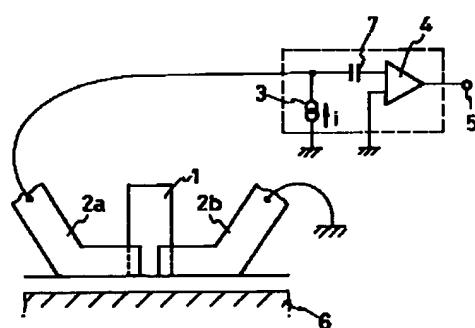
【図4】



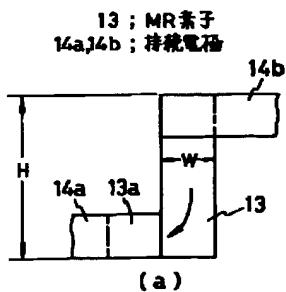
【図7】



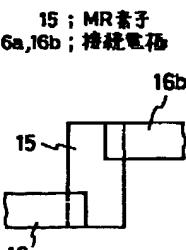
【図5】



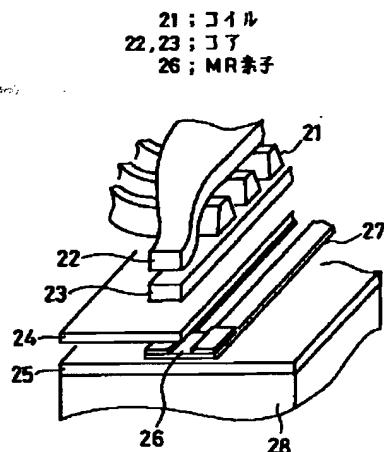
【図8】



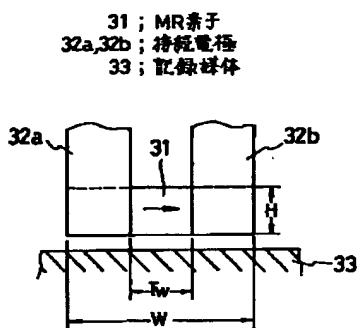
【図9】



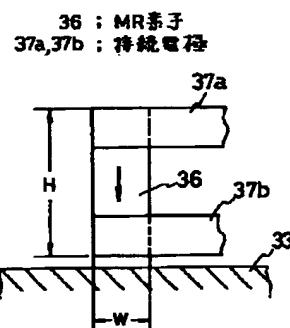
【図10】



【図11】



【図12】



フロントページの続き

(72)発明者 遠藤 博史

静岡県浜松市中沢町10番1号 ヤマハ株式  
会社内